MELHORES PRÁTICAS

Um Rolls-Royce vegetal

Instituto de Química da Universidade de São Paulo, em São Carlos, desenvolve próteses de ossos, à base óleo de mamona, que não são rejeitadas pelo organismo

Por Eliana Simonetti, de São Carlos, SP

Fotos Luciana De Francesco terceiro no ranking mundial. Um hectare de mamoneiras gera até 750 quilos de óleo

Cacho de mamona: o óleo extraído das sementes é um produto químico de moléculas muito versáteis

Imagine a seguinte hipótese, que, convenhamos, não é muito agradável, mas é útil para que se compreenda a razão desta reportagem aparecer em **Desafios** como um exemplo de Melhores Práticas. Numa queda, você quebra uma perna, numa fratura exposta, e perde uma lasca de osso. O que faz o ortopedista que comanda a cirurgia para recompor sua perna? Normalmente, coloca um pino metálico ou plástico para unir os dois pedaços rompidos e, se a lasca de osso perdido for muito grande, pode até implantar uma prótese, em geral retirada de outra parte de seu próprio organismo. A técnica, que é um avanço enorme diante do que havia disponível poucos anos atrás, tem contra-indicativos, alguns riscos e provoca certos incômodos. Pode haver rejeição ao material estranho e conseqüente infecção. Passado algum tempo, você terá de voltar ao médico para nova cirurgia de retirada do pino. E, depois de tudo isso, haja sessões de fisioterapia até que sua perna volte a ser mais ou menos o que era antes de o tormento começar.

O professor Gilberto Orivaldo Chierice e um dos laboratórios do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos: descoberta aprovada pelo FDA para venda nos Estados Unidos

A ortopedia é um dos ramos da medicina que apresentaram maior progresso nos últimos anos. Continua em plena aceleração. No Brasil, registrou-se uma descoberta que vem sendo considerada uma revolução nessa área. Gilberto Orivaldo Chierice, professor do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos, desenvolveu um polímero que pode adquirir a porosidade do osso, além de pinos feitos de outra espécie de polímero - tudo à base de óleo de mamona. O sensacional dessa história é que o organismo não reconhece o implante como corpo estranho. A cadeia de ácidos graxos da mamona tem estrutura molecular semelhante à que existe nas gorduras do corpo humano. Por isso, não há rejeição. Ao contrário, o que ocorre é um fenômeno de absorção. O sangue infiltra-se nos poros da peça implantada e a substitui por células ósseas num processo que leva cerca de dez anos. O paciente sai do hospital pronto para retomar a vida normal e sem ter de marcar retorno ao médico. Com o tempo, a prótese é simplesmente absorvida. Desaparece. Vira osso.

Implantes assim já foram testados em pessoas que tiveram desgastes em vértebras da coluna, em gente que perdeu parte do crânio ou do maxilar e em crianças que nasceram com má-formação. Alguns deles são esculpidos na sala de cirurgia, conforme a necessidade constatada no momento (caso das fraturas expostas ou de substituição da cabeça do fêmur, cujo tamanho varia de pessoa para pessoa). Outros são pré-formatados. Esses requerem a utilização de equipamento tecnológico adicional. Quando a perda óssea é grande, os médicos radiografam e fazem tomografia computadorizada da parte lesada e do que restou na região. As informações alimentam um programa de computador que produz um projeto de molde, depois materializado em silicone, por exemplo, e preenchido com o polímero de mamona. Quando a peça endurece, tem exatamente a forma que o médico precisa para fazer o encaixe, preencher o espaço vazio e deixar o paciente sem qualquer marca.

A beleza da química

A sala, sem número na porta, é informal. Armários envidraçados permitem ver crânios, pedaços de ossos, parafusos e um sem-número de parafernálias - feitas de plásticos produzidos com óleo de mamona transformado quimicamente. Seu ocupante, o professor Gilberto Orivaldo Chierice, de 63 anos de idade, prefere chamar um

técnico para buscar informações no computador a tocar no mouse. Entre os dedos, um cigarro de palha apagado é presença permanente. Sua fala é fácil, num cantado que não engana ninguém: é italiano, de Livorno. Melhor dizendo, sua família veio de lá. Ele nasceu no interior paulista, na pequena cidade de Rincão, caçula de oito irmãos.

Quando criança queria ser médico. Jovem, resolveu fazer Engenharia. Foi aprovado em duas escolas. Mas como também prestou vestibular para Química, em Araraquara, e passou, foi para lá que se mudou. Ele e a família. "Morava em casa e estudava numa universidade pública muito boa, com 46 horas de aula por semana. Hoje digo que não trabalho: sou pago para praticar meu hobby, que é ensinar e pesquisar a química", diz. Suas explicações são claras. Coisa de quem entende muito bem do que fala. Ao completar 30 anos como professor na Universidade de São Paulo, Chierice, especializado em química analítica, orientador de pós-graduandos, leciona também a alunos do primeiro ano do curso da faculdade de Química. "Faço questão de mostrar a esses moços a beleza da química. A maioria deles chega à escola sem saber o porquê ou o que fará da vida no futuro. "

Entre as aulas e a pesquisa não lhe sobra muito tempo. Mas ele aproveita tudo o que pode. Viaja com a família pelo país afora, conhecendo gente, aventurando-se em estradas pouco transitadas, experimentando pratos. Aliás, garante ser bom cozinheiro. "Faço uma codorna com molho de jabuticaba que é imbatível", diz. "Só não limpo a cozinha, como também não limpo o laboratório e não penteio o cabelo. "

Aí começa a novela da mamona. Na época, que a Telebrás, antiga estatal de telefonia, estava enfrentando problemas com seus cabos subterrâneos, que quando umedeciam provocavam ruídos nas ligações ou paravam de funcionar. A empresa queria uma espécie de rolha que isolasse os cabos. Havia dessas rolhas no mercado internacional, feitas com um tipo de polímero, mas como no Brasil a variação térmica é diferente da registrada no hemisfério norte, de onde vinham as rolhas, e oscila muito de região para região, elas estragavam rapidamente. A encomenda de uma solução para o problema chegou a Chierice em 1984. Os laboratórios da USP de São Carlos desenvolveram uma resina de bloqueio feita de polímero de mamona. O contrato, de seis meses, foi prorrogado por cinco anos. A tecnologia foi patenteada pela Telebrás. E o pagamento pelo serviço equipou laboratórios e biblioteca da faculdade.

A partir da pesquisa, foi possível desenvolver outras tecnologias. No início dos anos 90, a universidade foi procurada pelo Hospital Amaral de Carvalho, que pertencia ao Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), então responsável pela prestação de assistência médica a todos os trabalhadores formais do país. Esse hospital fica na cidade de Jaú e é especializado no tratamento de câncer. Carecia de tudo. "Àquela altura, já tínhamos feito uma série de testes em animais que mostravam ser possível a produção de próteses com polímeros provenientes do óleo de mamona. A

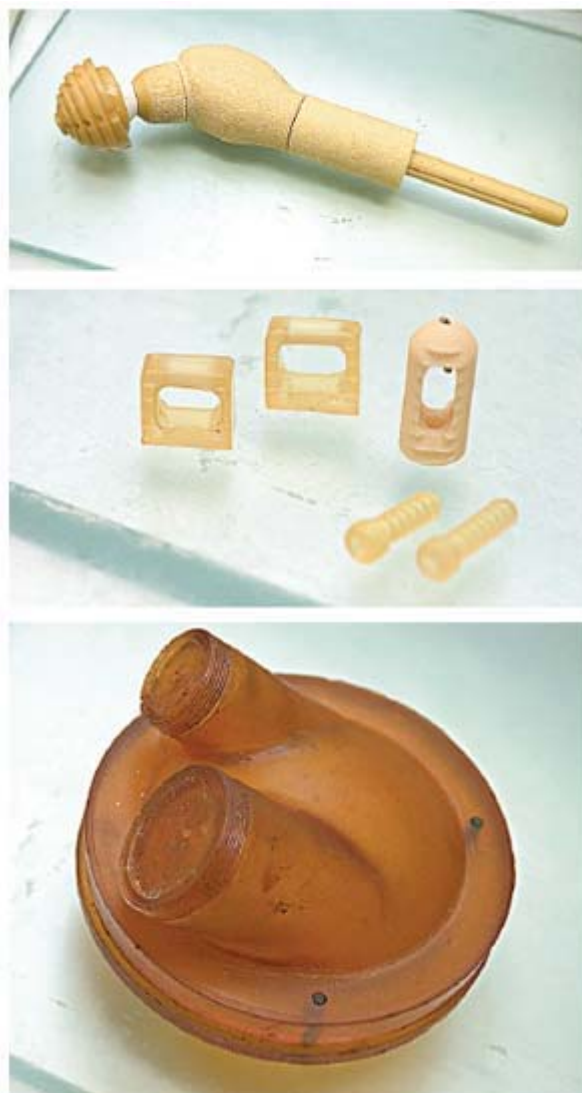
primeira experiência com seres humanos foi realizada no Amaral de Carvalho, em 1992, com um homem que havia sofrido de câncer de próstata. Fizemos uma prótese testicular. " Hoje, o hospital contabiliza mais de 50 implantes de próteses desse tipo.

Super-Homem Mais de 2 mil cirurgias já foram feitas com o material desenvolvido em São Carlos. A maioria delas na Argentina, onde o processo foi aprovado há algum tempo. Outras mais no Chile. Algumas já nos Estados Unidos, onde o Food and Drug Administration (FDA) - organismo encarregado de regulamentar e monitorar os produtos nas áreas de alimentação e medicina - aprovou a realização de testes em 2005 e autorizou a importação e o uso nos hospitais a partir de junho deste ano. O polímero, produzido apenas no Brasil e numa única empresa, a Poliquil, localizada em Araraquara, no interior paulista, foi registrado como Composto Ósseo de Ricinus (COR), já que o nome científico da mamona é Ricinus communis. Nos Estados Unidos, é denominado RG Kryptonite, numa alusão ao planeta Krypton, onde nasceu o Super-Homem, o poderoso herói das histórias em quadrinhos, idealizado, em 1938, por Joe Shuster e Jerry Siegel. Até o momento, só é cedido para experiências. Não pode ser vendido, pois, embora a Poliquil tenha o certificado de Boas Práticas de Fabricação, aguarda licença da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para a comercialização - o que normalmente demora três anos.

Outro produto proveniente do óleo de mamona, fabricado na Poliquil, é o fio para rejuvenescimento. O leitor já deve ter ouvido falar dos fios de ouro, que implantados sob a pele da face repuxam o tecido e dão aparência de juventude. Pois é, mas esses fios já caíram em desuso, pois provocavam inflamação e desconforto. A alternativa para os que querem ter a pele lisinha, sem se submeter ao bisturi, é o botox, aplicado com injeção para o preenchimento de rugas. O problema é que o botox estica a pele, mas paralisa a musculatura. Dessa forma, a pessoa perde expressão. O que se desenvolveu, em São Carlos, é um fio composto de moléculas de óleo de mamona. Ele é serrilhado, ou seja, tem dentes, ou franjas, para ficar firme e não escorregar, e é aplicado sob a pele com o uso de microcânulas. Requer apenas anestesia local e traciona a pele imediatamente.

O que acontece, então? Da mesma forma como no caso do osso, o organismo "pensa"que aquele intruso é gordura e o envolve de colágeno, proteína que dá sustentação à pele. O procedimento, rejuvenescedor e sem contra-indicações, está em uso no Brasil desde 2004. "Normalmente, os efeitos duram cerca de seis anos. Mas tudo depende do estilo de vida da pessoa. Naqueles que se expõem muito ao sol, por exemplo, a degradação é mais rápida", diz Athanase Christos Dontos, médico paulista especializado em medicina estética, responsável pelo desenvolvimento do fio. Dontos agora pesquisa novas maneiras de aproveitar o polímero do óleo de mamona em seus pacientes. Sua intenção é fazer tendões, meniscos e artérias com o material. "Há uma enorme gama de aplicações para o polímero de mamona que podem beneficiar a medicina e outros setores", diz. "Estamos apenas no início das descobertas. "

Rolls-Royce Até aqui pudemos perceber que o óleo retirado daquelas bolinhas de espinhos macios, que são como pragas em terrenos baldios, têm utilidade muito mais nobre do que servir de munição para estilingue e até de combustível para veículos (para saber mais sobre a mamona, leia quadro na pág. 58). Sim, porque, como sabemos, a mamona vem sendo utilizada na produção de biodiesel para a substituição de combustíveis à base de petróleo. É menos poluente do que a gasolina ou o diesel e ainda abre mercado de trabalho para pequenos agricultores familiares, especialmente no Nordeste. Já existem algumas usinas em funcionamento e outras em construção no Brasil. Porém, o professor Chierice lembra que outros vegetais menos nobres podem gerar biodiesel. Usar mamona para essa finalidade é um desperdício. "É como arar a terra com um Rolls-Royce", diz. Na equipe de pós-graduandos de Chierice há fisioterapeutas, dentistas, engenheiros, médicos, veterinários e especialistas de outras áreas. Somam 20 no momento. Em 15 anos esse núcleo gerou mais de 100 teses. Um exemplo: a turma de engenharia descobriu um modo de triturar pneus usados (um lixo que causa dor de cabeça em todos os países, por não ser reaproveitável), misturar a massa com polímero de mamona e produzir pneus novinhos em folha. Uma fábrica desses pneus deve ser implantada, em breve, em Rio Preto, outra cidade do interior paulista.

Pesquisadores descobriram um modo de triturar pneus usados, misturar a massa com polímero de mamona e produzir pneus novinhos em folha

De cima para baixo: próteses para implante de fêmur e de vértebras da coluna, e o coração artificial, todos produzidos com polímeros provenientes do óleo de mamona

Para compreender esse Rolls-Royce: 90% do óleo de mamona é composto de moléculas especiais, raras na natureza, com um nome complicadinho - triglicerídeo de ácido ricinoléico. Elas têm a característica de, depois de quebradas, poderem ser remontadas nos mais diversos formatos, gerando materiais com qualidades absolutamente diferentes. São extremamente versáteis. O óleo chega aos laboratórios da USP de São Carlos em galões. É despejado num reator - centrífuga que, ao girar, quebra suas moléculas. Então os pesquisadores adicionam outras substâncias, como água ou álcool, ao material, para provocar reações. Se o resultado é o que se espera, muito bem. Caso contrário, o óleo misturado passa para outro recipiente, que separa o que foi adicionado, para que o experimento possa ser feito novamente, com as mesmas moléculas de mamona e outro aditivo qualquer.

Tudo isso acontece num ambiente que lembra muito pouco a imagem que se tem de um laboratório. As centrífugas parecem mais com baldes transparentes do que com equipamentos de alta tecnologia. Os balcões poderiam estar em oficinas mecânicas sem causar espanto algum. Os galões de óleo são como aqueles usados nos postos de gasolina. Há pó, vidrinhos e vidrões sem rótulos e

tubos por todos os lados. Ali trabalham três doutores e dois técnicos, além de dois professores de pós-graduação e alunos. Quem observa o cenário jamais pensa que dali sai algo de útil. Mas sai. E como. E o conhecimento acumulado é compartilhado com outros centros de pesquisa.

A fisioterapeuta Fábia Alvim Leite, formada pela Universidade Federal de Juiz de Fora, em Minas Gerais, trabalha em sua tese de mestrado num desses laboratórios. Desenvolveu uma espécie de polímero de óleo de mamona que toma a forma de uma placa fina e maleável, quando aquecida, e extremamente rígida e resistente depois de resfriada. Agora busca acertar o ponto da receita para que, com essa placa, possa fazer um substituto para o gesso, semelhante aos importados, que atualmente permitem às pessoas retirar a prótese para tomar banho - por um custo muito, muitíssimo inferior. Parece uma criança brincando com massinha. Ledo engano. "O polímero de mamona é mais barato do que o polietileno e tem a vantagem de ser um material inóspito para o crescimento de bactérias ou fungos", diz

Coração O óleo da mamona é usado pelos homens há milênios. Entrava na fórmula de mumificação, no Egito antigo. Era combustível das candeias dos escravos na Índia. Servia de componente em medicamentos que aumentavam a contração uterina de parturientes, está presente em cosméticos como batons e em pomadas como a vaselina. Agora é usado na produção de adesivos, bactericidas, fungicidas e sais minerais que complementam a alimentação animal. Descobriu-se também que ele é vasodilatador periférico, que retira as células mortas das feridas e estimula o crescimento de células novas - é debridante. E a relação de utilidades não pára por aqui. Com o mesmo polímero, o Instituto do Coração (Incor) do Hospital das Clínicas da USP constrói um coração artificial extracorpóreo. É eficiente, prático, portátil e melhora muito a qualidade de vida do paciente no tempo que passa dentro do hospital, à espera de um transplante. O objeto, que parece um pedaço de uma boneca antiga, daquelas de borracha, tem uma saída para a veia cava e outra para a aorta. É ligado a um diafragma, que bombeia o sangue, e a um computador portátil, que monitora seu funcionamento.

Experimento: o óleo de mamona passa por uma centrífuga que quebra suas moléculas, depois adicionadas a outros ingredientes para produzir polímeros de diferentes qualidades e aplicações

As escolas da USP de São Carlos trabalham de forma interdisciplinar. São Carlos é, há anos, um ponto de referência tecnológica no país. É um centro

universitário com uma característica interessante: as pessoas que se formam ali não voltam às suas regiões de origem. Abrem empresas no município, prestam serviços e fornecem produtos que são vendidos no Brasil e exportados para o mundo inteiro. Gilberto Orivaldo Chierice foi um dos pioneiros na prática da pesquisa aplicada "Cumprimos nosso papel como funcionários de uma instituição pública ao disponibilizar tecnologias à sociedade", diz ele.

Saiba mais sobre a mamona

Arbusto com diversas colorações de caule, folhas e cachos, a mamona, que provavelmente surgiu na Etiópia, na África, pertence a uma família de vegetais que engloba um grande número de plantas tropicais - entre elas a mandioca, a seringueira e o pinhão. O extrato da semente é o conhecido óleo de rícino, do qual quem foi criança antes dos anos 1960 deve bem se lembrar. Era o vermífugo mais usado naqueles tempos. De sabor insuportável. De qualquer maneira, considerando que hoje suas utilidades são menos sofridas, é bom registrar que 1 hectare de mamoneiras pode gerar até 750 quilos de óleo.

Mais. Os restos da mamoneira devolvem ao solo 20 toneladas de biomassa. As folhas servem de alimento para o bicho-da-seda. O caule pode ser usado como celulose para a produção de papel. A mamona está presente em muitos produtos sem que se perceba. Compõe fios e tubos de carros, aviões, linhas telefônicas; ceras, lubrificantes, plásticos e tintas; tecidos, detergentes, materiais elétricos e filtros industriais, entre outros. A torta de mamona, cujo preço está em alta, é excelente adubo orgânico, com alta dose de nitrogênio e propriedades nematóides.

O Brasil já foi o maior produtor mundial de mamona (573 mil toneladas em 1974) e o maior exportador de seu óleo. Atualmente, é o terceiro no ranking (perde para Índia e China), mas tem potencial para aumentar rapidamente sua participação no mercado, já que dispõe de tecnologia e área para plantio. Uma boa notícia do ponto de vista econômico e também ambiental. Pelas contas da Embrapa, 1 hectare de lavoura de mamona absorve, anualmente, cerca de 8 toneladas de gás carbônico, devolvendo à atmosfera quase 6 toneladas de oxigênio puro - uma arma e tanto contra o efeito estufa.

Seu cultivo vem crescendo em terras brasileiras desde que o governo decidiu estimular a produção de biodiesel. A planta se dá bem na região Nordeste, área em que pequenas famílias de agricultores encontram dificuldades em produzir bens comercializáveis que lhes garantam sustento. A Embrapa, a Petrobras e o governo do estado de Sergipe promoverão, em agosto, o 2. º Congresso Brasileiro de Mamona. A primeira edição desse evento, em 2004, atraiu mais de 600 participantes e contou com a apresentação de 140 trabalhos técnico-científicos. Dessa vez o tema central será "O cenário atual do desenvolvimento da

ricinocultura e perspectivas de novos produtos". A expectativa é que os debates não se restrinjam ao biodiesel.